

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N° 57

L'HISTORADIOGRAPHIE

NOUVELLE MÉTHODE D'INVESTIGATION HISTOLOGIQUE

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER

Le 30 juin 1938

PAR

ROBERT SIRC

Chef de Laboratoire d'Électro-radiologie
à la Faculté de Médecine.

né le 19 janvier 1910 à Caux (Hérault).

EXAMINATEURS
DE LA THÈSE

MM. LAMARQUE, professeur,	<i>Président.</i>
TURCHINI, professeur.	
JANBON, agrégé.	} <i>Assesseurs</i>
ROUX, agrégé.	

MONTPELLIER
IMPRIMERIE DE LA MANUFACTURE DE LA CHARITÉ
(Pierre-Rouge)

1938

L'HISTORADIOGRAPHIE

NOUVELLE MÉTHODE
D'INVESTIGATION HISTOLOGIQUE

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N° 57

L'HISTORADIOGRAPHIE

NOUVELLE MÉTHODE D'INVESTIGATION HISTOLOGIQUE

THÈSE

PRÉSENTÉE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE MONTPELLIER

Le 30 juin 1938

PAR

ROBERT SIRC

Chef de Laboratoire d'Électro-radiologie
à la Faculté de Médecine.

né le 19 janvier 1910 à Caux (Hérault).

EXAMINATEURS
DE LA THÈSE

{	MM. LAMARQUE, professeur,	<i>Président.</i>
	TURCHINI, professeur.	{ <i>Assesseurs.</i>
	JANBON, agrégé.	
	ROUX, agrégé.	

MONTPELLIER
IMPRIMERIE DE LA MANUFACTURE DE LA CHARITÉ
(Pierre-Rouge)

1938

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Professeurs

Anatomie	MM. J. DELMAS
Histologie	TURCHINI.
Physiologie	L. HÉDON
Chimie biologique et médicale et toxicologie.....	CRISTOL.
Physique médicale	PECH.
Anatomie pathologique	GRYNFELT.
Microbiologie.....	LISBONNE.
Pathologie et thérapeutique générales	PAGÈS.
Thérapeutique et matière médicale	BOUDET.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	PUECH.
Hygiène	CARRIEU.
Médecine légale et médecine sociale	VIDAL.
Pathologie médicale et clinique propédeutique	BOULET.
Clinique médicale.....	GIRAUD.
	RIMBAUD.
Clinique chirurgicale.....	MASSABUAU, assesseur
	RICHE.
Clinique obstétricale	P. DELMAS.
Clinique des maladies mentales et nerveuses	EUZIERE, <i>doyen</i>
Clinique des maladies des enfants et hygiène du premier âge.....	LEENHARDT.
Clinique de dermatosyphiligraphie	MARGAROT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	ETIENNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	JEANBRAU.
Clinique gynécologique	LAPEYRE.
Clinique ophtalmologique	N...
Clinique d'oto-rhino-laryngologie.....	TERRACOL.
Radiologie (ch. de c.).....	LAMARQUE.
Anatomie (ch. de c.).....	LAUX.
Histologie (ch. de c.).....	GRANEL.

Honorariat

Professeurs honoraires :

MM. RODET, TÉDENAT, VALLOIS, FORGUE, ESTOR
BERTIN-SANS GALAVIELLE, BOSCH, VIREN, VILLARD, CABANNES

Chargés de cours complémentaires

Pathologie externe	MOURGUES-MOLINES
Médecine opératoire	SOUBEIRAN, ag. libre.
Accouchements	COLL DE CARRERA.
Clinique phthisiologique	BOUDET.
Pathologie médicale et clinique propédeutique médicale.	BAUMEL.
Clinique propédeutique médicale.....	P. RIMBAUD
Clinique des maladies contagieuses	JANBON.
Stomatologie.....	D ^r WATON.
Ophtalmologie	DÉJEAN.
Histoire naturelle médicale	Dr HARANT.
Pathologie expérimentale	GUIBAL.

Agrégés en exercice

Médecine.....	MM. JANBON	Chirurgie.....	MM. AIMES.
	BAUMEL		MOURGUES-MOLINES.
	P. RIMBAUD		GUIBAL.
	LAFON, ch. d'agr.		ROUX.
	BOUCOMONT, ch. d'agr.	Chimie.....	MONNIER, ch. d'agr.
		Bactériologie.....	CARRÈRE.
		Ophtalmologie.....	DÉJEAN.

Examineurs de la thèse

MM. LAMARQUE, prof. <i>président</i> .	MM. CHANBON, prof. agrégé.
TURCHINI, professeur.	ROUX, prof. agrégé.

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.



A MA MÈRE

A MON PÈRE

*en témoignage de ma profonde
affection.*

R. S.

A MES PARENTS

A TOUS MES AMIS

R. S.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR LAMARQUE

Docteur ès Sciences,
Chargé de l'enseignement de la Radiologie
à la Faculté de Médecine.

*Hommage de notre profonde grati-
tude, de notre respectueuse admiration.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TURCHINI

*pour la bienveillance et les encoura-
gements qu'il a bien voulu nous pro-
diguer.*

A MESSIEURS LES PROFESSEURS JANBON ET ROUX

*qui nous ont fait l'honneur d'accepter
de juger notre travail.*

R. S.

A MES MAITRES

A MONSIEUR LE DOCTEUR PIERRE BÉTOULIÈRES

*en gage d'amitié et en souvenir de
l'aide si précieuse qu'il a apportée à
mes débuts en radiologie.*

R. S.

AVANT-PROPOS

Ayant eu l'avantage de collaborer pendant plusieurs années avec M. le Professeur LAMARQUE et ayant été son aide, au cours de ses recherches sur l'historadiographie, ce dernier nous a fait l'honneur de nous donner comme sujet de thèse inaugurale une étude d'ensemble de cette technique nouvelle qu'il vient d'apporter à l'histologie.

Pendant de longs mois, nous avons assisté au développement de cette application si particulière des rayons X et nous connaissons en détail toutes les difficultés passées de la technique. Nous n'ignorons pas toutes celles qu'il faudra encore surmonter pour la rendre assez souple et lui permettre ainsi de passer des laboratoires de physique à ceux d'histologie.

Mais l'historadiographie, méthode nouvelle d'examen des tissus et des cellules, par les travaux de M. le Professeur LAMARQUE d'une part, et ceux de M. le Professeur TURCHINI de l'autre, est assez riche de faits et de résultats expérimentaux pour permettre de réunir en une thèse de médecine tout ce que la méthode a apporté de nouveau.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à M. le Professeur LAMARQUE qui nous a permis de collaborer si intimement avec lui ; c'est pour nous un grand honneur, et nous sommes très heureux d'avoir pu réaliser ainsi un de nos plus chers désirs.

A M. le Professeur TURCHINI, dont la collaboration avec M. le Professeur LAMARQUE permet à l'historadiographie de se développer chaque jour davantage, et qui a bien voulu nous guider dans le domaine si complexe pour nous de l'histologie, nous exprimons toute notre gratitude.

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIQUE
DE L'HISTORADIOGRAPHIE

INTRODUCTION

C'est sur la propriété que possèdent les rayons X d'être absorbés de façon variable suivant la densité des corps qu'ils traversent, qu'est basé tout le principe de la radiographie. Un corps est d'autant plus « opaque » que son poids atomique est plus élevé. De cette propriété, il découle que si des rayons X traversent un corps constitué d'éléments de densité différente, l'absorption ne sera pas égale pour tous. Après le passage, certaines zones correspondant aux éléments de faible densité, seront riches en rayons X, alors que d'autres, au contraire, répondant à des régions de forte absorption, ne présenteront qu'un rayonnement X de faible intensité.

Mais de telles qualités ne présenteraient pas pour nous un grand intérêt pratique si les rayons X ne rendaient pas certains corps fluorescents et n'impressionnaient pas la plaque photographique.

En effet, si on intercepte sur un écran, au platinocyanure de baryum par exemple, un faisceau de rayons X, on constate que cet écran s'illumine et que l'éclairement est en rapport avec l'intensité du faisceau. De même, si on reçoit le faisceau sur une plaque photographique, celle-ci est impressionnée, et là encore, il existe un rapport direct entre l'intensité du rayonnement et le noircissement de la plaque.

Il nous est maintenant facile de comprendre que si nous interposons entre l'anticathode, source du rayonnement X, et la plaque photographique, un corps dont les constituants présen-

tent des densités différentes, l'image obtenue présente des différences de teintes en rapport avec les différences d'absorption. Nous aurons, en quelque sorte, une ombre chinoise des divers constituants qui se distingueront les uns des autres par l'importance du noircissement photographique.

Mais un faisceau de rayons X est rarement homogène. Autrement dit, tous les rayons qui le composent ne possèdent pas des qualités physiques strictement identiques. Certains, de grande longueur d'onde, se laissent absorber avec beaucoup de facilité, alors que d'autres, au contraire, dont la longueur d'onde est plus courte, ont un très faible coefficient d'absorption.

Ceci nous amène à considérer, pour la prise d'une bonne radiographie, en plus de l'élément quantitatif, la valeur qualitative du rayonnement.

C'est en faisant varier la différence de potentiel aux bornes du tube, que l'on fait varier la longueur d'onde du faisceau et, par suite, la pénétration. Plus le voltage est élevé, plus la longueur d'onde est courte, et plus grande est la pénétration. Il est évident qu'il y a intérêt à utiliser des tensions d'autant plus élevées que la densité ou l'épaisseur du corps à radiographier sont importantes.

Enfin, pour obtenir de bonnes radiographies, il est indispensable d'éviter le plus possible toutes les superpositions qui compliqueraient l'image et rendraient plus difficile la lecture du cliché.

Mais alors que la radiographie normale, telle qu'on la pratique tous les jours, n'est qu'une méthode d'investigation assez grossière qui ne permet de découvrir que des lésions macroscopiques, l'historadiographie au contraire, par la radiographie de coupes histologiques, permet au même titre que l'anatomie pathologique, le micro-diagnostic.

Toutes les données qui entrent en jeu dans la prise d'une radiographie se retrouvent dans l'historadiographie.

Il nous faudra utiliser des rayons quantitativement et qualitativement bien dosés du point de vue intensité et pénétration. Il ne peut y avoir entre les cellules et les éléments cellulaires

que de petites différences de densité et en utilisant des rayons trop durs ou un rayonnement trop intense, on obtiendrait une image trop peu contrastée pour être intéressante.

D'autre part, la tension aux bornes du tube à rayons X doit varier dans certaines limites suivant la qualité de la coupe histologique envisagée.

Alors que, dans certains cas, des tensions de 3 et 4 Kv. permettent d'obtenir d'excellents résultats, ces mêmes tensions se montrent insuffisantes dans d'autres. Soit, par exemple, une coupe de foie ou de rate, tissus de densité relativement faible, les rayons X très mous donneront une image nette et contrastée. Par contre, si nous utilisons des rayons de même longueur d'onde pour une étude de peau dont la kératinisation augmente la densité, le résultat sera franchement moins bon ; dans ce cas, on aurait intérêt à utiliser des longueurs d'onde plus courtes répondant à des tensions de 5 et même 6 Kv. Mais il est certains cas où ces tensions même seraient insuffisantes. Nous y reviendrons plus loin.

Il ne faut pas croire que l'on ait intérêt à trop augmenter le voltage, car alors la netteté des contrastes disparaît. Ceci revient à dire que chaque tissu présente une absorption de rayons X telle que, pour avoir une bonne historadiographie, il convient d'utiliser une longueur d'onde déterminée ; cette longueur d'onde optima ne pouvant être déterminée qu'empiriquement.

De même, il faut éviter les superpositions, le seul moyen, dans le cas particulier, est d'utiliser des coupes histologiques très minces.

Mais il est des superpositions dont on n'a pas à tenir compte dans la pratique radiologique courante ; ce sont : l'interposition de l'air et celle des parois de l'ampoule à rayons X. Il nous faut, en effet, pour les raisons que nous venons d'exposer, utiliser des rayons très mous. Or, ces rayons X sont si facilement absorbés qu'une paroi de verre ou même une simple interposition gazeuse suffirait à les arrêter.

Mais quand, en utilisant une technique que nous étudierons

en détail plus loin, nous aurons obtenu une historadiographie, il nous en faudra faire l'étude microscopique. Or, si nous agrandissons les détails du cliché, nous serons grandement gênés par les grains de la plaque qui seront augmentés dans les mêmes proportions.

Les émulsions photographiques d'usage courant sont composées, en effet, d'une multitude de petits grains invisibles à l'œil nu, mais facilement décelables par examens microscopiques, même à très faible grossissement. Il fallait donc trouver des plaques photographiques sans grains.

Un triple problème se posait alors :

- 1^o Le problème radiologique pur ;
- 2^o Le problème photographique ;
- 3^o Le problème de l'interprétation des images.

Nous allons les étudier successivement.

CHAPITRE PREMIER

La réalisation de l'appareillage radiologique

Le problème radiologique se posait de façon très complexe et voici comment il a été résolu par M. le professeur LAMARQUE.

On ne pouvait songer à utiliser des tubes radiologiques de type courant. Ce n'est qu'après de longues recherches que M. le professeur LAMARQUE a été amené à faire réaliser un tube démontable dont il avait lui-même conçu les plans, à partir des travaux de DAUVILLIER.

En 1930, en effet, pour la première fois, DAUVILLIER présentait des micro-photographies cellulaires. La préparation utilisée était une coupe de moelle de sureau. Pour ces recherches, DAUVILLIER utilisait son tube destiné à l'analyse cristalline (fig. 1).

Ce tube comportait : « un corps anodique métallique à anticathode interchangeable, muni de quatre limiteurs à ouvertures variables, obturés par des fenêtres d'aluminium de 5 mm. raccordés à autant de boîtes étanches contenant les plaques. Ces boîtes étaient évacuées ou parcourues par un courant d'hydrogène. Un foyer ponctuel central était obtenu au moyen d'une cathode Coolidge. Le tube demeurait toujours évacué, mais le vide y était entretenu durant son fonctionnement par une pompe à diffusion de vapeur d'huile. Avec anticathode de tungstène et un débit de 0,1 ampère sous 7 Kv. la durée de

pose n'excédait pas deux heures. Les clichés étaient renforcés à l'argent pour obtenir des densités photographiques supportant les forts grossissements. »

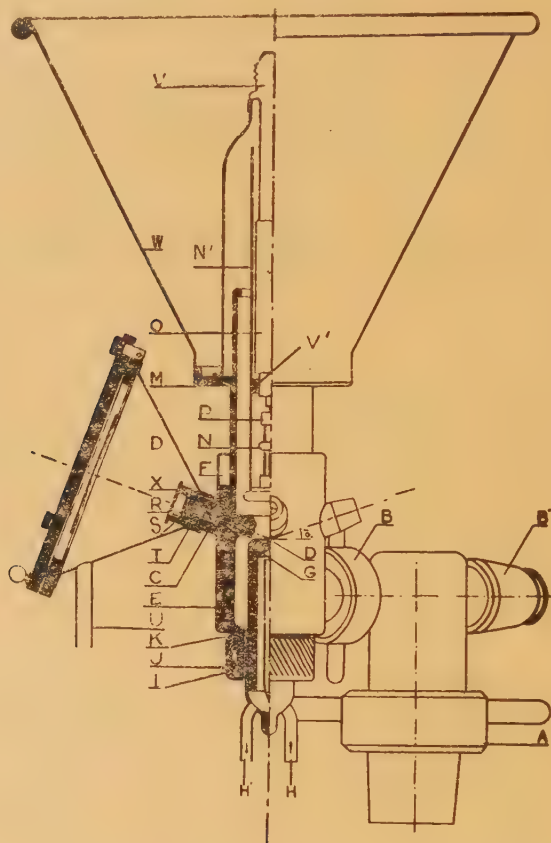


Fig. 1. — Tube de Dauvillier pour l'analyse cristalline. Sur ce schéma on peut voir la petite chambre photographique que comporte ce tube.
Th. Sc. Mt., 1937.

Mais par suite des différences de pression entre le tube et les chambres photographiques, les fenêtres d'aluminium devaient être assez épaisses. Cette épaisseur offrait un gros inconvénient : constituant un obstacle important pour les rayons mous qu'il

convenait d'utiliser, elle nécessitait des temps de pose considérables, pour obtenir une impression correcte de la plaque photographique. D'autre part, le vide incomplet qui régnait dans les chambres nuisait aussi à l'obtention d'un bon cliché.

Ces imperfections amenèrent M. le professeur LAMARQUE à faire modifier ce tube, après l'avoir utilisé. Il fit communiquer par une fenêtre percée en face de l'anticathode le tube et la chambre photographique. On évitait ainsi toute interposition et on réduisait le temps de pose de façon très appréciable.

Mais ces améliorations même entraînaient de nouvelles difficultés.

La chambre toute petite, ne permettait d'utiliser que des plaques de dimension réduite ; en outre, comme la préparation était très proche du foyer, la chaleur dégagée par le filament cathodique et le foyer lui-même faisait souvent fondre l'émulsion ; enfin, l'existence d'un rodage nouveau qu'il fallait vérifier après chaque opération et qui souvent n'était pas d'une étanchéité parfaite, provoquait fréquemment des ennuis.

A la fin de l'année 1935, M. le professeur LAMARQUE faisait construire par la Compagnie Générale de Radiologie, un nouveau tube (fig. 2 et 3) dont nous empruntons la description à une publication du *Journal de Radiologie* de juin 1936 :

« Le tube que nous avons ainsi imaginé est constitué par un corps métallique supportant une anticathode de tungstène refroidie par un courant d'eau et fixée par un rodage plat. La cathode refroidie à l'air est supportée par un manche de verre isolant, comme dans le tube de DAUVILLIER, mais ce qui différencie notre tube, c'est qu'il porte une chambre photographique cylindrique soudée au tube par un second cylindre plus étroit à l'intérieur duquel est placé un petit cône rodé percé suivant son axe et supportant à une extrémité le filtre d'aluminium. La chambre, ainsi constituée, est fermée à l'arrière par un disque métallique s'adaptant par rodage à plat sur une couronne métallique, cette dernière est également rodée, soudée à la chambre. Pour éviter les fluctuations de la pression au cours du pompage et la perforation consécutive du filtre, une large tubulure réunit

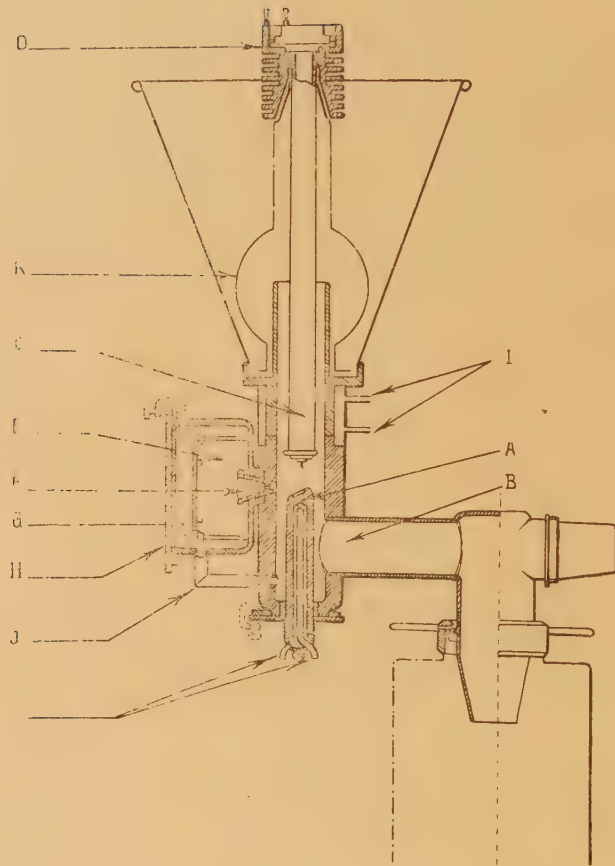


Fig. 2. — Schéma du tube historadiographique du Professeur LAMARQUE. A, anticathode ; B, conduite de pompage ; C, cathode ; D, radiateur cathodique ; E, chambre photographique ; F, filtre ; H, disque de fermeture de la caméra ; I, circulation d'eau ; J, conduite de pompage dans la chambre ; K, manchon de verre.

Th. Sc. Mt., 1937.

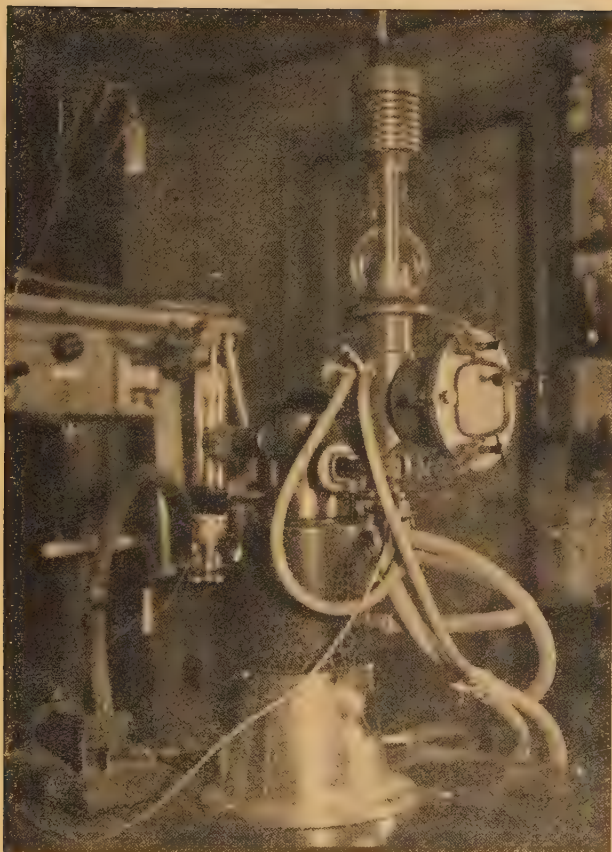


Fig. 3. — Photographie du tube. Celui-ci repose sur la pompe à diffusion d'huile. On peut voir très nettement le mode de fermeture de la chambre photographique.

Montpellier Médical, 1937.

latéralement la chambre photographique au corps du tube. Ce dernier est monté sur une pompe à diffusion à vapeur du type CHM 12 de la Compagnie Générale de Radiologie. »

Dans un tel tube, il convenait de protéger la plaque photographique de la lumière émise par le filament. C'est pour cette raison qu'au niveau de la fenêtre qui fait communiquer le corps du tube à la chambre photographique, on interpose un filtre constitué par une mince lame de métal léger. Après avoir utilisé

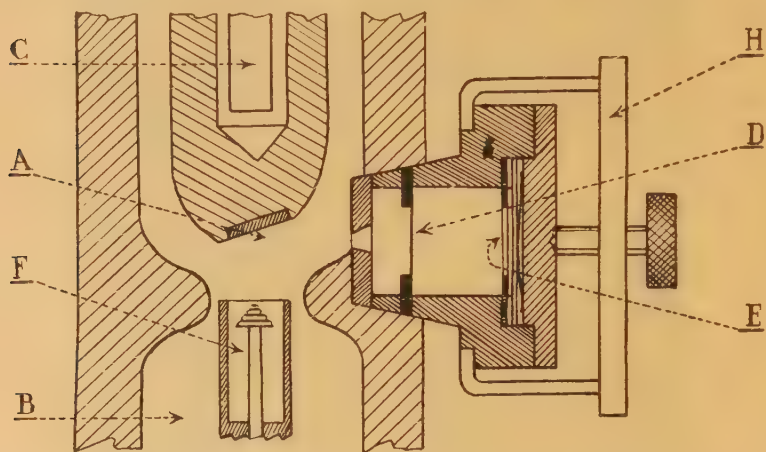


Fig. 4. — Chambre photographique. A, anticathode ; B, tube ; C, circulation d'eau dans l'anticathode ; D, filtre ; E, film sensible ; F, filament cathodique ; H, fermeture de la chambre..

Th. Sc. Mt., 1937.

un certain temps de minces lamelles d'aluminium, celles-ci étaient abandonnées pour le lithium métallique, métal de plus faible densité, dont le nombre atomique est 3.

La chambre photographique (fig. 4) affecte la forme d'un cylindre. Comme nous venons de le voir, elle est en communication avec le corps du tube par une fenêtre médiane percée sur une de ses faces. C'est en regard de cette ouverture, centrée sur l'anticathode, que doivent être placés coupe et film.

De manière à faciliter le repérage, deux tiges ont été prévues. Ces tiges-guides sont fixées par une de leurs extrémités : l'une

au-dessus de la fenêtre qui fait communiquer la chambre et le tube, l'autre au-dessous de cette même fenêtre. Ces tiges sont horizontales, parallèles et situées dans un même plan vertical

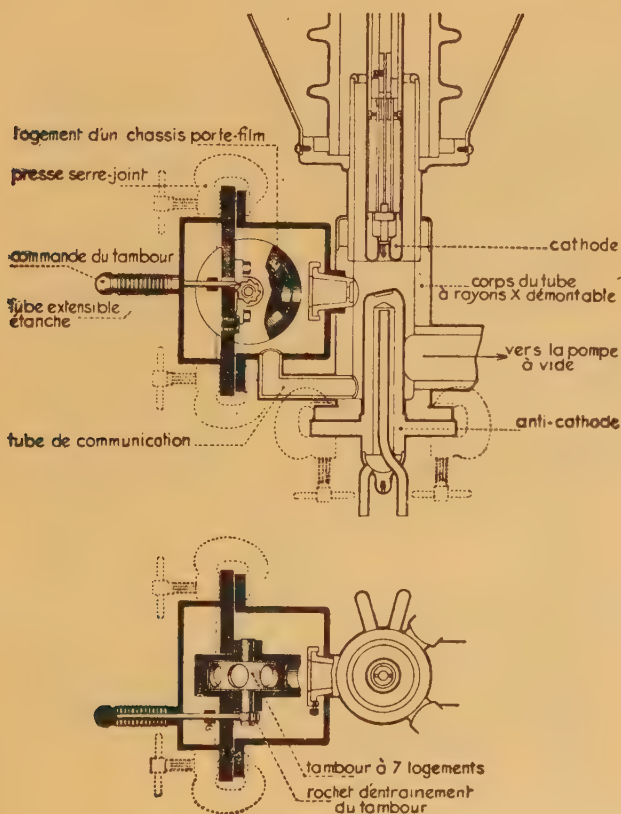


Fig. 5. — Schéma du nouveau tube du Professeur LAMARQUE avec sa chambre photographique.
Th. Sc. Mt., 1937.

répondant à l'axe de la chambre. Sur elles, peuvent glisser les chassis porte-film spéciaux, dont le centre aura préalablement été repéré.

Ces chassis sont constitués de deux plaques métalliques indépendantes dont la plus grande sert de support. Celle-ci est per-

forée à chacune de ses extrémités d'un orifice dans lequel glisse une tige-guide de la chambre ; la partie moyenne de cette plaque est creusée d'une sorte de logette destinée à recevoir le film.

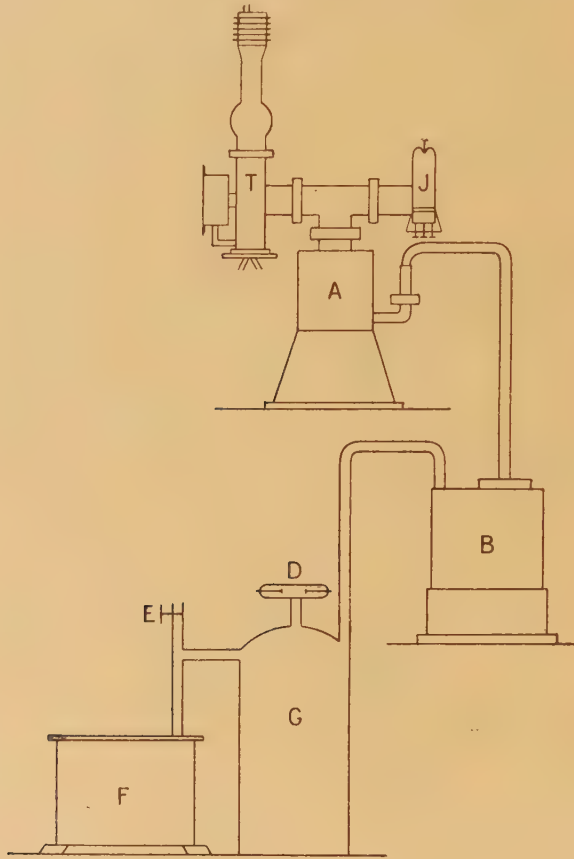


Fig. 6. — Schéma de pompage. T, tube ; J, jauge à ionisation ; A, pompe à diffusion de vapeur d'huile ; B, pompe à diffusion de vapeur de mercure ; G, réservoir de volant vide ; D, tube témoin ; F, pompe à palette ; E, orifice d'admission d'air.

Th. Sc. Mt., 1937.

La seconde plaque, plus petite, percée d'un large orifice médian, destiné à laisser passer les rayons X, sert à maintenir le film. Elle sera fixée sur la grande plaque par deux petits boulons.

Comme on le voit, ce tube évitait toute interposition, autre qu'un simple filtre de lithium métallique, entre l'anticathode et la plaque ; ce dispositif présentait l'avantage de permettre l'utilisation de rayons de plus en plus mous ; c'est ainsi qu'à

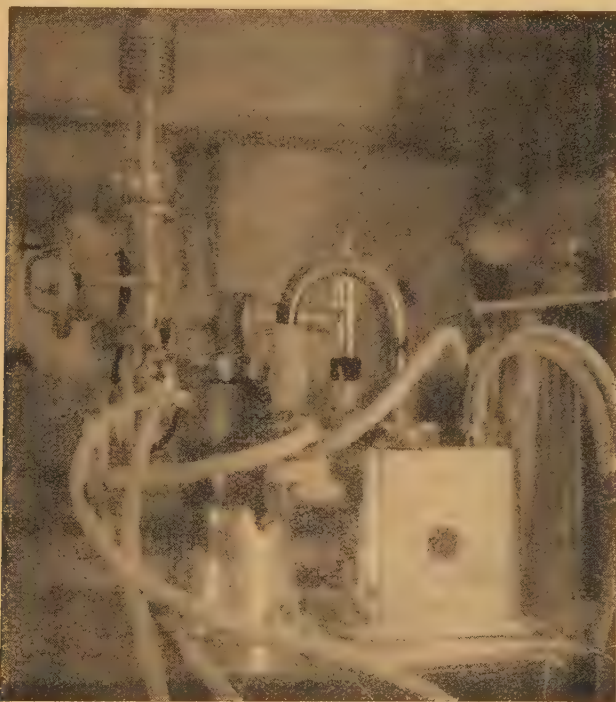


Fig. 7. — Le tube en place sur les pompes (vu de profil). On voit très nettement au premier plan la pompe à diffusion d'huile sur laquelle est fixé le tube. A sa droite, la pompe à diffusion de mercure.

Bulletin d'Histologie, 1937.

l'heure actuelle, on peut facilement faire des historadiographies sous des tensions de l'ordre de 1.000 à 2.000 volts, c'est-à-dire avec les rayons X les plus mous.

Enfin, dernièrement, M. le professeur LAMARQUE vient de faire construire une chambre spéciale qui, grâce à un mécanisme

à révoluer, permet de pratiquer plusieurs clichés successifs sans que l'on soit obligé de faire rentrer l'air pour changer la préparation (fig. 5).

D'autre part, le tube est muni d'un robinet spécial à trois directions, qui permet de l'isoler et de faire rentrer l'air dans le tube alors que les pompes restent sous vide. Ceci, nous le verrons plus loin, peut avoir un gros intérêt.

Le vide est assuré par un système de pompage à deux étages ; le vide primaire est réalisé à travers un réservoir volant de vide par une pompe à palette ; le deuxième étage de pompage est constitué de deux pompes à diffusion en série : une pompe à diffusion de vapeur de mercure et une pompe à vapeur d'huile sur laquelle est monté le tube (fig. 6 et 7).

Branché entre l'étage primaire et l'étage secondaire de pompage, se trouve un réservoir spécial d'une capacité de 20 litres environ, qui joue de rôle de régulateur : le réservoir volant de vide.

Au-dessus de lui, se trouve fixé un tube témoin, alimenté par une bobine de Rumkorff, qui permet de déterminer grossièrement le degré de vide suivant la couleur de la décharge.

Ces différents éléments sont réunis par des tubes de caoutchouc débarrassés de toute impureté. Ces tubes présentent une paroi épaisse de 1 cm. 5 ; fixés par des colliers, les raccords sont en outre étanchéisés par une couche de gomme laque déposée au pinceau lorsque les tuyaux sont en place.

CHAPITRE II

L'alimentation du tube

Le chauffage du filament se fait à l'aide d'un transformateur ordinaire à grand isolement, donnant au secondaire un courant alternatif de 50 périodes pour 7 volts. On règle l'intensité à l'aide d'un rhéostat sur le primaire.

Au début, le tube fonctionnait en auto-redresseur (fig. 8). Il était alimenté par un transformateur dont un des pôles du secondaire était à la terre. Le réglage se faisait par un rhéostat et un auto-transformateur sous le contrôle d'un voltmètre sur le primaire.

Cet appareillage permettait de travailler avec des tensions de 1 à 15 Kv. et des intensités de 50 à 100 mA.

Malheureusement, les variations du secteur entraînaient des variations de rayonnement et le tube auto-redresseur devait être abandonné pour un petit générateur donnant en tension constante des tensions pouvant varier entre 500 et 5.000 volts, dont le schéma de montage est donné dans la fig. 9.

« En I, l'interrupteur général qui met la tension sur l'auto-transformateur A et allume les kénotrons K_1 et K_2 , sans réglage des filaments.

En TK_1 et TK_2 , sont les transformateurs des filaments des kénotrons. Les primaires sur 110 volts avec spires variables de 100 à 130 volts ; ces secondaires donnant 5 ampères sous 4 volts.

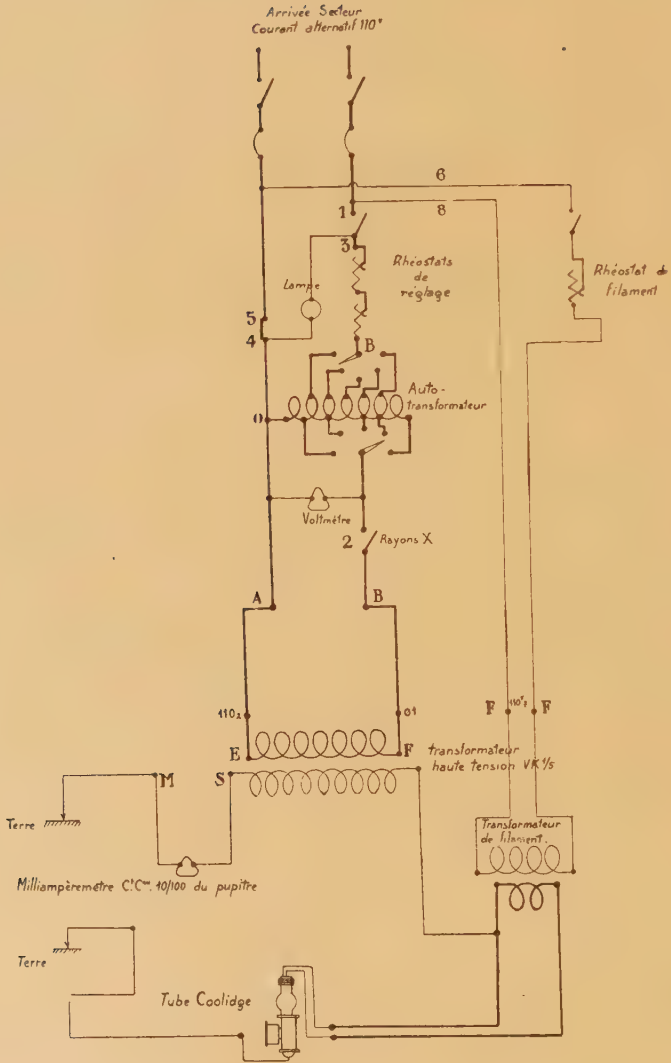


Fig. 8. — Schéma de montage électrique d'alimentation du tube à rayons X. Le tube fonctionne ici en auto-redresseur.
Montpellier Médical, 1937.

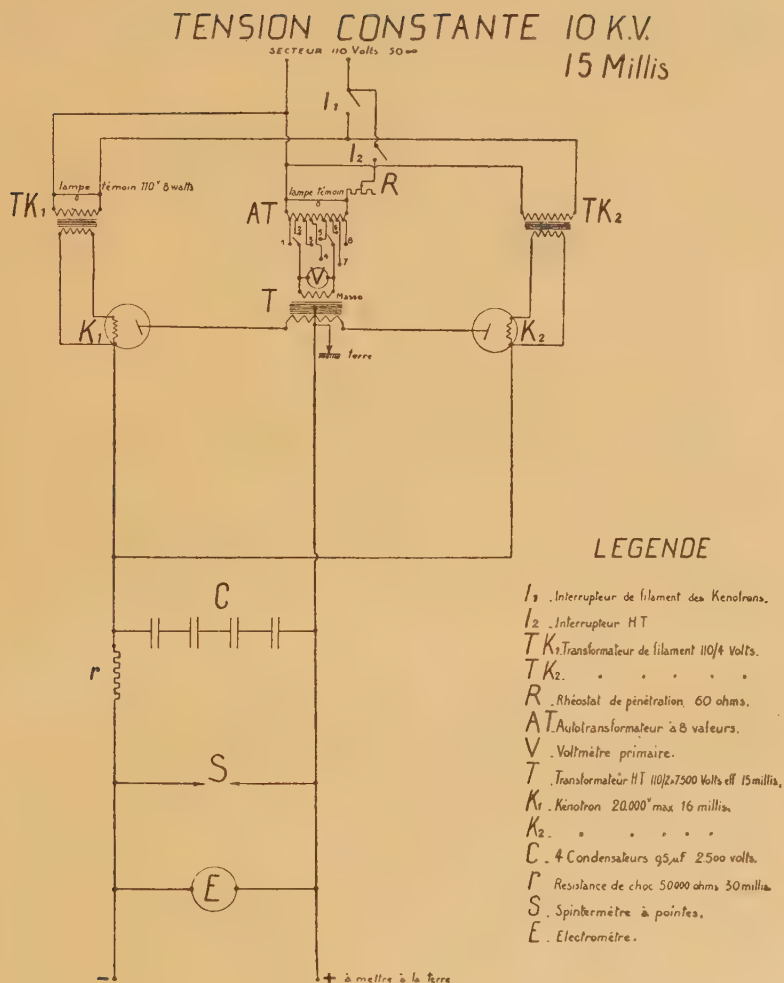


Fig. 9. — Schéma du montage en tension constante.
Montpellier Médical, 1937.

Nous avons essayé l'isolement entre le primaire et le secondaire, jusqu'à 20.000 volts ; cet isolement est en toile enroulée.

« Le voltmètre V indique la tension primaire appliquée au transformateur. Cet autotransformateur AT a six sorties ; il permet de diviser la tension du secteur.

1	55 volts
2	67 —
3	78 —
4	90 —
5	102 —
6	115 —

« Ces tensions sont lues au voltmètre primaire.

« L'interrupteur de haute tension est en I_2 , et en R est intercalée une résistance de 60 ohms en série avec le primaire du transformateur de haute tension en charge.

« Le transformateur de haute tension en T a un primaire à prises variables de 100 à 130 ; il y a deux secondaires en série-avec point milieu à la masse (au sol) ; la puissance est d'environ 400 watts.

« En K_1 et K_2 les deux kénotrons sont chauffés chacun sous 5 ampères, 4 volts ; une capacité C, disposée aux bornes du transformateur et chargée par le courant redressé des kénotrons, alimente le tube à rayons X.

« La tension aux bornes du tube est mesurée par un voltmètre électrostatique qui donne des mesures précises entre 500 et 5.000 volts. Cette lecture directe de la tension nous a permis de travailler avec plus de sûreté et nos résultats sont depuis plus constants. Toutefois, comme les kénotrons que nous avons employés sont un peu faibles, ce générateur ne débite qu'une intensité réduite, que ne compense pas le meilleur rendement du tube sous une tension constante. Mais il faut remarquer que le faisceau de rayons X ainsi produit est plus homogène et nous permettra, dans l'avenir, d'obtenir plus facilement, par filtration, un rayonnement monochromatique. »

CHAPITRE III

L'émulsion photographique

Comme nous l'avons dit plus haut, les plaques photographiques d'usage courant ne sauraient être utilisées en historadiographie. L'émulsion en est constituée par une préparation d'un sel d'argent, mélangé à de la gélatine et coulé, soit sur une plaque de verre, soit sur une feuille d'acétate de cellulose, suivant que l'on veut obtenir une plaque ou un film photographique.

En examinant au microscope une plaque ou un film ainsi préparé, on constate, après impression, que l'image obtenue n'est pas homogène, mais est en réalité constituée par de nombreux petits amas irréguliers de sel d'argent : les grains de la plaque. Ces grains interdisent tout agrandissement important, car ils rendent alors très difficile l'étude du cliché.

Il est intéressant de savoir que, sur toutes les plaques, le volume des grains n'est pas identique et que la sensibilité à la lumière ou aux rayons X n'est pas la même suivant que ceux-ci sont plus ou moins importants.

Dans des conditions expérimentales strictement identiques, la sensibilité à la lumière sera d'autant plus grande que les grains seront plus gros, et réciproquement. Il en sera de même de la sensibilité aux rayons X.

Or, les plaques photographiques du commerce sont toutes à

grains très grossiers ; aucune ne possède une émulsion assez fine pour se prêter à un grossissement seulement égal à 100 diamètres (fig. 10-B).

Devant l'impossibilité d'utiliser de telles plaques et de se

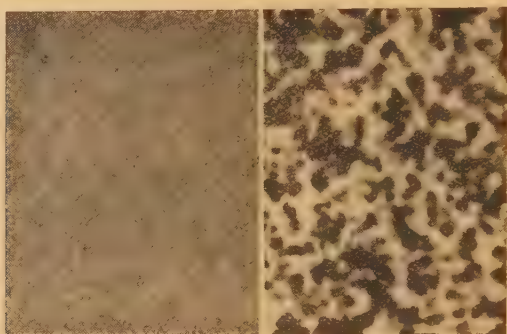


Fig. 10. — Microphotographie ; grossissement : 900 D. — A, émulsion Lippmann-Gevaert ; B, émulsion ordinaire.

Bulletin d'Histologie, 1937.

procurer des plaques dites « sans grains », il devenait indispensable d'essayer de fabriquer au laboratoire même celles nécessaires aux recherches.

Lorsqu'il fit ses études sur la photographie des couleurs par la méthode interférentielle, le physicien LIPPMANN avait imaginé des émulsions extrêmement fines, les plus fines connues jusqu'à maintenant. Ces émulsions supportaient très bien un grossissement de l'ordre de 500 diamètres, et ne devenaient vraiment gênantes que pour un grossissement de 900 diamètres (fig. 10-A).

Nous reproduisons un extrait de la *Revue d'Optique* de juillet 1929, dans laquelle LEROY donne la technique de préparation d'émulsion à grains très fins, type Lippmann :

« A une solution tiède, filtrée à chaud de 2 gr. 5 de gélatine dans 50 cm³ d'eau distillée, on ajoute 3 cm³ d'une solution d'argent colloïdal à 10 p. 100. Le liquide résultant, de couleur brun foncé, est étendu sur les plaques de verre selon le procédé utilisé pour le collodion. Les plaques, posées à plat jusqu'à ce

que la gélatine ait fait prise, sont ensuite mises à sécher à l'abri des poussières. Ces opérations ont lieu en plein jour et permettent de constituer commodément une réserve de plaques utilisable au fur et à mesure des besoins.

« La transformation de l'argent colloïdal en sels halogénés se fait à une lumière atténuée, telle que celle d'une bougie ou d'un bec de gaz papillon brûlant à flamme réduite. La plaque est plongée dans un bain pour lequel, après divers essais, nous avons adopté la composition suivante :

Plaques au bromure :

KBr	2 gr.
SO ₄ Cu	2 gr.
Eau	100 gr.

« La bromuration se fait aussi dans de très bonnes conditions avec une solution diluée de bibromure de cuivre ; par contre, l'emploi du chlorure cuivrique donne une couche opalescente, de même que celui d'une dissolution de chlore ou d'iode.

« Lorsque la réaction est complète, c'est-à-dire lorsque toute teinte jaunâtre a disparu, on lave abondamment la plaque qui a repris l'apparence d'un simple verre transparent.

« Ainsi préparées, les plaques sont encore fort peu sensibles. On remédie à cet inconvénient en les immergeant pendant une minute dans un second bain de 50 gr. d'eau additionnée de 2 gr. d'une solution de nitrate d'argent (0 gr. 5 de NO₃Ag cristallisé, pour 100 gr. d'eau). Elles sont rincées à l'eau distillée et séchées à l'obscurité.

« Le révélateur a la composition suivante :

Eau	100 gr.
Sulfite de soude anhydre	4 gr.
Chlorhydrate de diamidophénol ..	0 gr. 30
Bromure de potassium	0 gr. 75

« Les plaques sont fixées à l'hyposulfite de soude. »

Après avoir utilisé des plaques de verre parfaitement propres, celles-ci étaient abandonnées pour des supports d'acétate de

cellulose qui paraissaient donner de meilleurs résultats. Les supports souples présentaient en effet de grands avantages de manipulation. Ils étaient trempés simplement dans un bain contenant une émulsion identique à celle qui était étendue sur les plaques, égouttés puis séchés. D'autre part, l'étalement de l'émulsion était beaucoup plus homogène.

Malheureusement, la préparation de telles plaques ou de tels films présente de nombreux écueils. Bien qu'elle paraisse très simple, il est difficile d'obtenir de bons résultats de façon à peu près constante, dans un laboratoire non spécialisé et mal équipé pour mener à bien de tels travaux. Aussi bien avec les films qu'avec les plaques, il existait des différences d'homogénéité de l'émulsion. De plus, la sensibilité était très variable non seulement entre les différentes séries, mais encore entre les diverses plaques fabriquées au cours de la même manipulation. Il était également difficile d'obtenir des émulsions vraiment sensibles, et le plus souvent pour arriver à avoir une bonne historadiographie il était nécessaire d'employer un très long temps de pose.

Mais sur la demande de M. le professeur LAMARQUE, la Maison GEVAERT voulait bien préparer des émulsions très fines, beaucoup plus sensibles que celles dont nous venons de décrire la technique de fabrication.

Contrairement aux plaques et films photographiques de type courant, la sensibilité de ces émulsions se montre plus importante pour les rayons X que pour les radiations du spectre visible.

Le développement de ces films se fait à l'aide d'un révélateur courant métol hydro-quinone :

Métol	1 gr. 5
Hydroquinone	5 gr.
Carbonate de sodium cristallisé	100 gr.
Sulfite de sodium	075 gr.
Bromure de potassium	1 gr.
Eau	1000 cm ³ .

Un autre avantage de ces films est que le développement peut être prolongé sans qu'un voile se produise ; ce qui, tout

en guidant le développement, permet d'accentuer le plus possible la gradation (fig. 11).

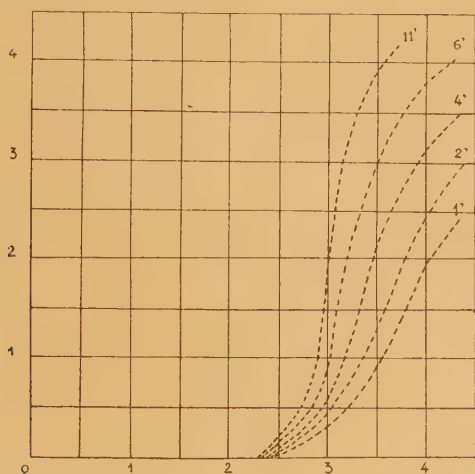


Fig. 11. — Diagramme densographique du film Gevaert (type Lippmann). La source lumineuse intéressée est une lampe à incandescence. Les chiffres placés au sommet des courbes indiquent les minutes de développement.

Th. Sc. Mt., 1937.

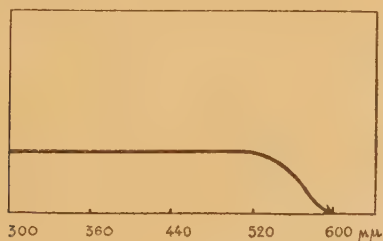


Fig. 12. — Courbe sensitométrique spéciale en lumière ordinaire du film Gevaert. La courbe est établie pour un spectre dont l'énergie ne varie pas avec la longueur d'onde.

Th. Sc. Mt., 1937.

Enfin, par suite de la faible épaisseur de la couche sensible, lavage et séchage sont très rapides.



CHAPITRE IV

La technique

Nous avons vu que pour pratiquer une historadiographie, il était indispensable d'éviter toute superposition et par conséquent d'utiliser des coupes histologiques aussi fines que possible.

Les premières coupes utilisées ont été des coupes à la congélation conservées dans du formol salé. Un simple lavage à l'eau distillée suffisait à rendre la coupe utilisable.

Par la suite, des essais étaient faits avec des coupes à la paraffine. La préparation en devenait alors un peu plus complexe. La paraffine incluse était gênante : on la dissolvait en trempant la coupe dans un bain de xylol ; on pratiquait ensuite un lavage à l'alcool, puis à l'eau distillée.

Les résultats obtenus avec coupes à la paraffine et coupes à la congélation étaient à peu près identiques.

La coupe lavée est alors amenée sur une lame de verre et, après que l'excès d'eau a été enlevé, collée sur l'émulsion d'un film vierge. Cette dernière opération, qui doit se faire en lumière rouge, est possible grâce au pouvoir siccatif de la gélatine.

Le film est alors placé sur le châssis qui est porté dans la chambre photographique. du tube. Par suite du système de glissière que nous avons décrit, la préparation se trouve parfaitement centrée sans aucune difficulté.

Toutes ces manipulations doivent se faire à l'abri de la lumière blanche.

Un fois le vide obtenu, on met en charge le tube à rayons X.

Le temps de pose varie suivant la tension et l'intensité utilisée. En pratique, un temps de pose de 5 à 10 minutes est largement suffisant lorsque le tube fonctionne en auto-redresseur. Par contre, il devient indispensable de faire des poses de 20 à 30 minutes lorsque l'on utilise la tension constante et de petites intensités.

Le cliché pris, il est indispensable de laisser refroidir les pompes avant de laisser entrer l'air. En effet, l'arrivée brutale de l'air froid aurait une action néfaste sur l'huile chaude et risquerait de provoquer un encrassement qui se traduirait, par la suite, par un fonctionnement défectueux du système de pompage.

Après refroidissement, l'ensemble coupe-film est enlevé de la chambre photographique.

Le développement peut se faire sans qu'il soit nécessaire de décoller la coupe. En effet, si celle-ci est assez mince, elle ne gêne en rien le développement du cliché.

C'est au moment du lavage que le décollement de la préparation aura lieu. Le plus souvent se sera sans difficulté, en plaçant le film sous un filet d'eau. Mais parfois ce moyen s'avère insuffisant, il faut alors avec un pinceau très souple frotter très légèrement la coupe pour la décoller. Cette opération doit être effectuée avec délicatesse, car la gélatine mouillée est très fragile et le frottement risque d'arracher l'émulsion.

Après lavage et séchage, le film est monté entre lame et lamelle au baume du Canada, comme une coupe histologique ordinaire.

Il convient de signaler qu'une telle technique n'est pas encore parfaite et que parfois la préparation est altérée. Un séjour prolongé dans une atmosphère raréfiée fait subir à la coupe une dessiccation intense qui n'est pas toujours sans inconvénients. Il peut se produire en effet des modifications structurales qui bien que peu importantes n'en sont pas moins gênantes.

D'autre part, la technique qui consiste à débarrasser la coupe de son support de gélatine, au pinceau, est extrêmement déli-

cate, les clichés sont souvent très abîmés au cours de ces manipulations si l'on y apporte pas un très grand soin.

Enfin, il est indispensable de vérifier avant chaque historigraphie le filtre de lithium. Celui-ci s'oxyde très rapidement ; la partie oxydée devenant plus dense, provoque à la partie centrale du cliché une tache blanche à contours irréguliers qui rend l'image illisible. C'est là un petit inconvénient auquel il est facile de remédier en remplaçant l'écran.

DEUXIÈME PARTIE

INTERPRÉTATION HISTOLOGIQUE

CHAPITRE PREMIER

Généralités

L'historadiographie ainsi obtenue doit être interprétée et ce n'est pas toujours la chose facile. L'interprétation demande une certaine habitude de la technique. Les images historadiographiques sont en effet très différentes de celles données par les méthodes courantes utilisées en histologie.

C'est à M. le professeur TURCHINI que l'on doit, et que nous devons, en particulier, l'interprétation histologique de la majeure partie des historadiographies pratiquées jusqu'à maintenant. C'est à toutes les pages que nous devrions citer son nom ; nous nous bornerons à rappeler le nombre et la diversité de ses travaux en cette matière. Nous lui témoignons à nouveau toute notre reconnaissance pour la bonté avec laquelle il nous a permis de travailler auprès de lui.

A l'examen microscopique, nous retrouvons, ici, le tracé des contours cellulaires, ainsi que l'image de certains constituants de la cellule. Les teintes vont du noir au blanc en passant par tous les tons du gris. Ces différences de teinte sont uniquement dues aux différences de densité, les teintes les plus claires répondant aux constituants les plus légers. On comprendra aisément que ces images, dans la production desquelles l'élément



Fig. 13. — Historadiographie d'une coupe de peau. Image négative (x250).
Montpellier Médical, 1937.

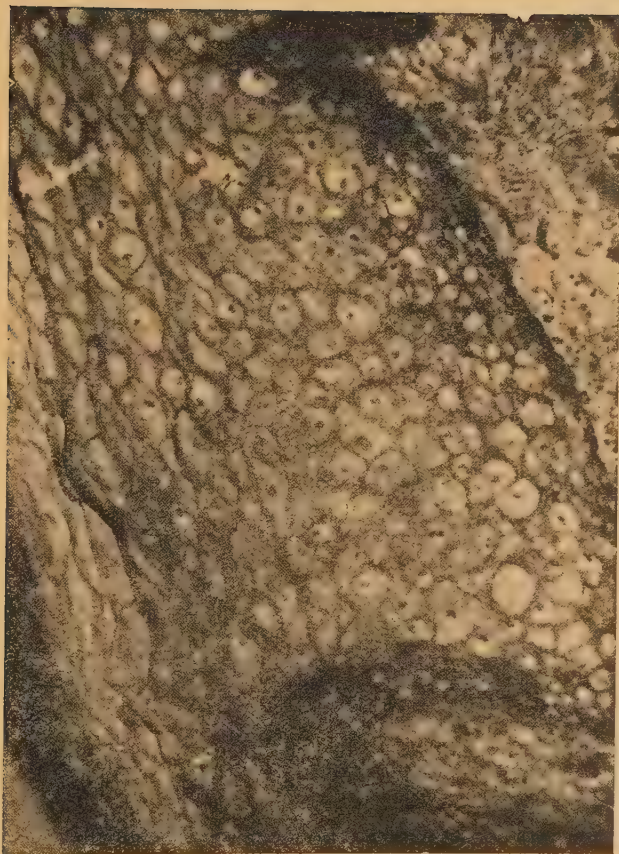


Fig. 14. — Historiographie d'une coupe de peau. Image positive.
C. R. de l'Ac. des Sc., 1936.

pondéral entre seul en jeu, ne soient pas toujours voisines de celles obtenues par la coloration où, seule, l'affinité chimique intervient.

Sans tenir compte, ici, de l'ordre chronologique des travaux effectués, nous tâcherons de les rassembler et de les classer de notre mieux.

Pour la facilité de l'exposé, nous ne considérerons le plus souvent ici que les images négatives directes, obtenues par radiographie. Nous rappelons que les plages claires répondent aux zones de haute densité, et que, par contre, les taches foncées sont dues à une impression plus grande de la plaque photographique par des rayons qui n'ont trouvé, sur leur passage, que des éléments peu denses qui n'ont pas été absorbés (fig. 13). Dans les images positives, les teintes sont naturellement inversées (fig. 14).

Dans notre travail, nous étudierons la cellule, puis les tissus ; pour terminer, nous verrons les diverses localisations tissulaires et organiques de certains corps lourds, médicamenteux ou autres, injectés dans l'organisme.

CHAPITRE II

La cellule

Les premiers travaux historadiographiques montrèrent que le noyau de la cellule avait une densité variable (fig. 15).

Le suc nucléaire, étudié à de forts grossissements, se montre homogène. Toutefois, au milieu de ce suc nucléaire plus ou moins riche en éléments lourds, on distingue souvent, indépendamment des mottes chromatiques, une tache claire. Cette image répond sans doute au nucléole.

Comparativement aux autres constituants de la cellule, le nucléole présenterait donc, dans certains cas, une très grande densité ; il ne faut pas perdre de vue, en effet, que le diamètre du nucléole étant très petit par rapport à ceux de la cellule et du noyau, ce n'est que grâce à une densité spéciale qu'il peut apparaître avec tant de netteté.

Contrairement au suc nucléaire, le nucléole ne présente pas une densité entièrement homogène ; la partie périphérique est moins dense que la zone centrale.

Nous savions déjà que, dans bien des cas, les métaux et particulièrement le fer, peuvent venir se fixer au niveau du nucléole ; mais grâce à l'historadiographie, peut-être pourra-t-on mieux étudier les modifications morphologiques du noyau et du nucléole au cours des phénomènes sécrétoires.

Enfin, il serait intéressant d'étudier l'action des rayons X utilisés du point de vue thérapeutique : n'y aurait-il pas une action élective du rayonnement X sur le nucléole et le noyau au niveau desquels, par suite de leur densité, doivent se manifester avec le plus d'intensité les phénomènes d'absorption ?

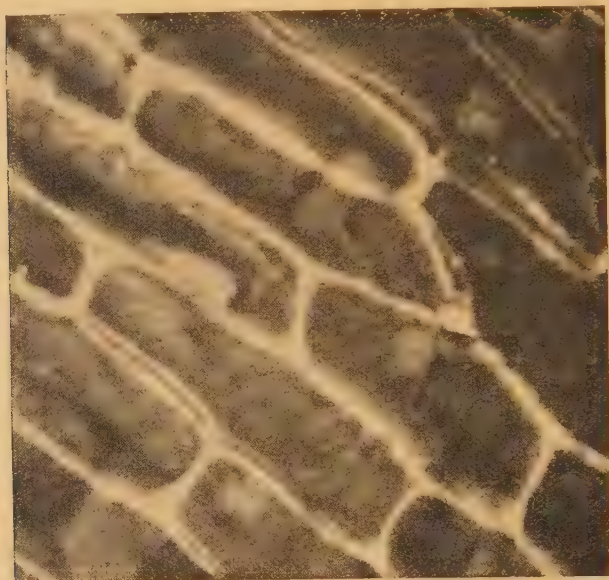


Fig. 15. — Historiographie de cellules épidermiques de la face interne des écailles d'*Allium Cepa* (film négatif, x 200).
Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. Mt., 1937.

Autour du noyau, le cytoplasme se distingue aisément. Sa densité est plus importante à la périphérie qu'au centre. Il présente souvent de nombreuses granulations, les unes plus transparentes, telles les graisses, la myéline et les pigments mélaniques ; d'autres, au contraire, beaucoup plus opaques : certaines mucines et, chez les végétaux, les cristaux d'oxalate de calcium (fig. 16-3).

Il est évident que nous venons de décrire là une cellule typique

et que, suivant son origine, une cellule peut ne pas présenter tous ces caractères, ou, au contraire, en présenter de nouveaux. C'est ainsi, par exemple, que dans certains cas, le nucléole peut fort bien ne pas être visible ; dans d'autres, par suite de la grande quantité d'enclaves graisseuses, le cytoplasme peut être encore plus transparent (cellules du jabot du Pigeon en période de lactation).

FIGURE 16

1. Historadiogramme d'une coupe de la peau de la pulpe de l'index (film négatif x 105).

Cytoplasme et noyau n'ont pas la même perméabilité aux rayons X mous.

La couche cornée présente une opacité (teinte plus ou moins claire sur le film négatif) plus ou moins grande suivant les strates.

2. Historadiogramme d'une coupe de cartilage costal (film négatif x 250).

Cytoplasme et noyau des chondroblastes n'ont pas la même perméabilité. En outre, les chondrinballen (plus sombres sur le film négatif) sont plus perméables aux rayons X mous que le reste de la substance fondamentale (plus claire).

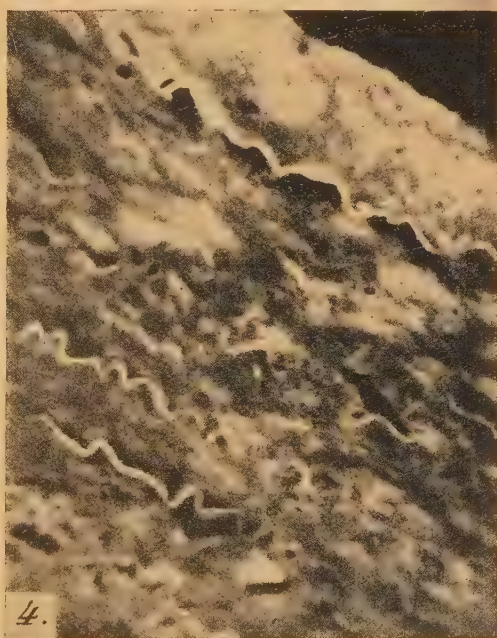
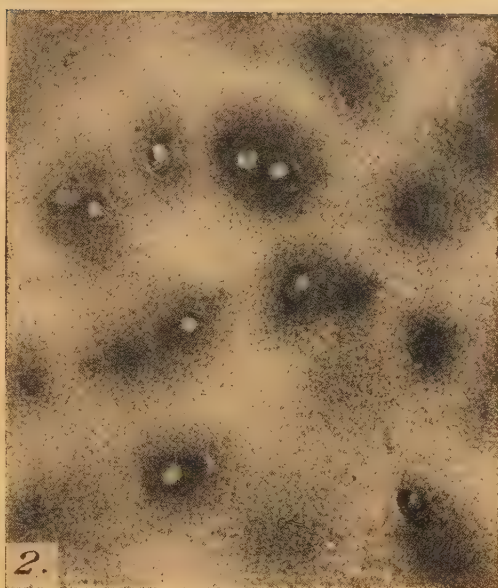
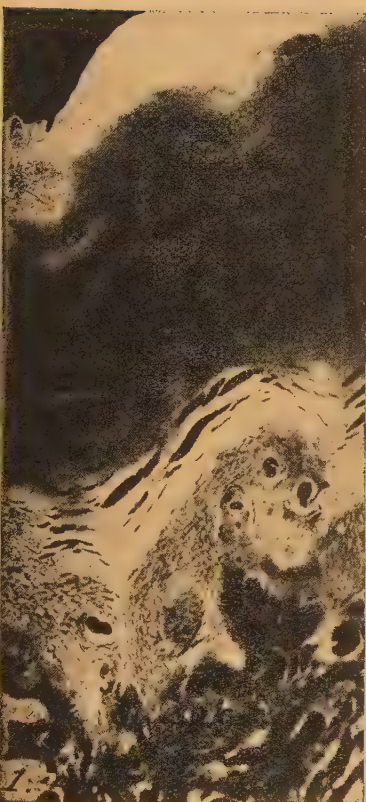
3. Historadiogramme d'une coupe de limbe de *Vitis vinifera* (film négatif x 40).

La masse claire à gauche sous l'assise palissadique est une macule d'oxalate de calcium.

4. Historadiographie d'une artère carotide (film négatif x 150).

La lame élastique interne et les autres lames élastiques, qui apparaissent en clair sur le film négatif, sont particulièrement opaques aux rayons X mous.

Montpellier Médical, 1937.



CHAPITRE III

Les tissus

Les divers tissus présentent des différences de densité très importantes. Certains, tel le tissu osseux et le tissu cartilagineux, sont de très haute densité ; d'autres, au contraire, tissu musculaire (fig. 17) et centres nerveux, sont très perméables aux rayons les plus mous.

Il en résulte que l'étude historadiographique de chacun demandera des qualités de rayonnement très particulières ; alors que pour une étude des tissus nerveux, une pénétration de 2 ou 3 Kv. sera largement suffisante, il faudra utiliser, pour le tissu osseux par exemple, des longueurs d'onde beaucoup plus courtes, répondant à une tension aux bornes du tube de 7 et même 8 Kv.

Mais c'est surtout quand les tissus étudiés sont de densité voisine que les qualités des rayons présentent une grande importance. Nous avons, personnellement, cherché à faire une étude de l'ossification primitive chez le fœtus de Cobaye et tous nos premiers clichés ont été aussi peu démonstratifs que possible, par suite d'une erreur de technique qui nous faisait travailler à des tensions trop basses de l'ordre de 4 et 5 Kv. A ces tensions-là, en effet, la plus grande partie du rayonnement est absorbée, aussi bien par le tissu cartilagineux que par le tissu

osseux, ce qui enlevait tout contraste aux images. Mais en augmentant la tension, le rapport d'absorption n'était plus le même, et nous pouvions obtenir des images lisibles.



Fig. 17. — Historadiographie d'un muscle strié (coupe transversale).
Presse Médicale, 1936.

L'épiderme (fig. 16-1, p. 51) présente deux zones très opaques, l'une, superficielle, répondant à la partie la plus externe de la couche cornée, l'autre, surtout au niveau de la partie inférieure du corps muqueux de Malpighi et de la basale. Les cellules du stratum spinosum ont une très grande netteté de contours.

La couche externe de la couche cornée forme une couche continue se différenciant nettement des assises cellulaires sous-

jacentes par sa grande densité. Dans la région de la couche cornée riche en graisse, la perméabilité est, au contraire, plus grande.



Fig. 18. — Historiographie de globes épidermiques dans un épithélioma spino-cellulaire de la lèvre.
Presse Médicale, 1936.

On peut retrouver des images d'opacité dans les tumeurs épithéliales spino-celullaires au niveau des globes cornés (fig. 18). On retrouve sur les historiographies, les images caractéris-

tiques en bulbe d'oignon avec beaucoup plus de netteté que sur les coupes colorées par les méthodes habituelles. La périphérie des images est surtout très nette et les régions riches en cellules kératinisées se distinguent par une opacité importante.

Cette grande densité de la couche externe est-elle due à sa richesse en soufre ? C'est ce qu'il est permis de se demander.

Nous avons vu plus haut que la couche germinative est, elle aussi, très dense. Diverses hypothèses ont été posées pour expliquer la richesse en éléments lourds de cette couche cellulaire. On aurait pu penser que l'opacité était due à ce que les cellules étaient bourrées de pigments. Mais l'examen historadiographique de tumeurs mélaniques fortement pigmentées, montrait au contraire que les grains de pigment sont très perméables aux rayons X mous.

Cette hypothèse devait donc être abandonnée, et l'on se demande actuellement si cette densité considérable de la zone génératrice et de la basale ne pourrait pas s'expliquer par la présence, à ce niveau, d'une quantité importante de sels minéraux, véritable réserve, destinée à la nutrition de toute la couche de Malpighi ; à moins qu'il ne s'agisse là aussi, comme dans la couche cornée superficielle, d'une richesse particulière en soufre combiné.

Entre ces deux régions très denses, les différentes assises de la couche de Malpighi se distinguent très bien grâce à leur moindre densité.

Mais une particularité de la couche de Malpighi est de présenter des espaces intercellulaires très nets, dont l'opacité contraste avec la perméabilité aux rayons X des cellules. Cette opacité est si importante que les espaces intercellulaires apparaissent comme en relief. Aucune méthode de coloration ne donne, avec tant de netteté, l'image des contours cellulaires de la couche de Malpighi.

Une telle opacité peut être expliquée par la présence, au niveau des espaces intercellulaires, d'éléments lourds ; ces espaces serviraient au cheminement des substances nutritives.

M. le professeur MARGAROT, à qui l'on doit en grande partie l'étude historadiographique de la peau, étudie par la même

méthode les modifications de la perméabilité des espaces intercellulaires qui paraissent devoir expliquer de nombreuses altérations tégumentaires.

Enfin, toujours au sujet de la peau, il convient de signaler l'opacité importante des phanères cutanés : cheveux, poils et ongles (fig. 19).



Fig. 19. — Historiographie d'une coupe de peau (bulbes pileux).
Presse Médicale, 1936.

Les autres tissus n'ont peut-être pas été étudiés encore de façon aussi détaillée que la peau ; toutefois, les recherches déjà effectuées permettent de rassembler quelques faits très intéressants.

Le tissu osseux est très opaque. La forte proportion de calcaire qu'il renferme pouvait le faire prévoir. C'est peut-être, de tous les tissus, celui dont l'image historiographique se rapproche le plus des images colorées courantes.

On distingue très nettement les canaux et les cellules de Havers très noirs au niveau de plages claires qui répondent aux blocs osseux.

Sur un bon cliché, on distingue très bien les travées osseuses.

Si on étudie une coupe d'os long, et que l'on prenne soin de ne pas utiliser de rayons trop pénétrants, on distingue très facilement, à la partie centrale de l'os, les éléments de la moelle osseuse et, en particulier, de nombreux types de la série rouge.

Le tissu cartilagineux présente une opacité qui se rapproche beaucoup de l'opacité osseuse. C'est surtout la substance fondamentale qui, par sa densité, absorbe les rayons X. Les chondrillons sont bien moins opaques (fig. 16-2, p. 51).

Au niveau des cartilages d'accroissement des os de fœtus, on constate la présence de nombreuses plages plus claires, très nettement délimitées, au niveau desquelles paraissent se produire d'actives reproductions cellulaires. Toutefois, les cellules présentent toujours des contours très nets.

Dans ces mêmes os, il est assez difficile de déterminer la limite du tissu osseux et du tissu cartilagineux, tant leur densité, et par suite leur opacité, est voisine.

Au niveau du tissu conjonctif, les fibres élastiques sont relativement opaques.

L'opacité des lames élastiques, surtout l'opacité des lames élastiques des vaisseaux, est encore plus accentuée (fig. 16-4, p. 51).

Le tissu grasseux est très perméable aux rayons X. Toutefois, alors que le contenu des cellules est très noir, les contours cellulaires, constitués par des coques conjonctives se projettent très clairs, grâce à leur plus grande opacité.

Comme les parois des petits vaisseaux sont assez opaques, et que le sang est perméable aux rayons, on peut, grâce à l'historadiographie, étudier les fins réseaux capillaires. C'est une étude qui a déjà été pratiquée au niveau du mésentère et dans le rein.

L'examen du sang peut cependant être fait en utilisant des rayons de faible pénétration. Jusqu'à maintenant, cette méthode d'investigation n'a pu montrer aucune particularité intéressante.

De même que les capillaires, les conduits glandulaires se desinent très bien et donnent de très belles images quand ils ne renferment pas de produits de sécrétion.

Enfin, les tissus nerveux et musculaires, tissus de faible densité, sont très perméables aux rayons mous.

CHAPITRE IV

La localisation des substances lourdes

L'historadiographie peut rendre de très grands services pour la localisation dans l'organisme de certaines substances lourdes, médicamenteuses ou autres, ou pour suivre les modifications provoquées par certains produits.

C'est ainsi que l'acide osmique a la propriété de rendre les graisses et la myéline absolument opaques aux rayons X, alors que, comme nous l'avons vu, ces substances sont au contraire très perméables.

Cette propriété de l'acide osmique peut être très facilement mise en évidence. On fait agir l'acide osmique sur des cellules riches en graisse, prélevées au niveau du jabot de Pigeon en période de lactation, sur des vésicules de graisse du panicule adipeux sous-cutané, sur des vésicules de la région moyenne de la couche cornée de l'épiderme, là où les éléments subissent la dégénérescence grasseuse au cours de la kératinisation, enfin, sur des fibres à myéline, coupées transversalement. Il se produit alors une réduction de l'acide osmique qui se précipite à l'état d'osmium métallique. Il convient alors de laver soigneusement les coupes, afin de les débarrasser de l'excès d'acide osmique qui n'aurait agi que comme fixateur et n'aurait pas été réduit. Si l'on négligeait de prendre cette précaution, l'historadiographie ne montrerait pas aussi nettement la localisation élective de l'acide osmique sur les corps gras.

FIGURE 20

5. Historadiogramme de corps thyroïde humain (film négatif x 300).

La substance colloïde, très claire, est imperméable aux rayons.

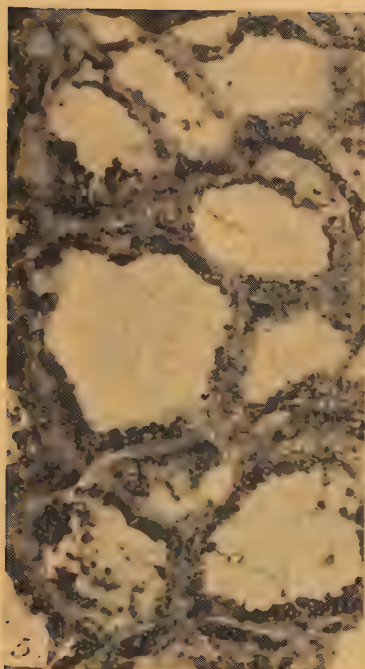
6. Historadiogramme de coupes désiodées du même corps thyroïde (film négatif x 300).

La substance colloïde, plus sombre que sur le film négatif, a perdu sa grande opacité qui n'est plus que de la valeur de celle des cellules qui limitent les vésicules. C'est donc à la présence de l'iode que paraît être due l'opacité aux rayons X mous de la substance colloïde du corps thyroïde.

7. Historadiogramme d'une rate de Cobaye après injection de bismuth à l'animal (film négatif x 80).

Le bismuth se localise dans les éléments réticulo-endothéliaux de la pulpe rouge sous forme de granulations qui sont totalement imperméables aux rayons X mous et qui apparaissent sur le film négatif comme de petites taches blanches. L'image obtenue est superposable à celle donnée par les autres réactions du bismuth, celle de la brucine, par exemple.

Bulletin d'Histologie, 1937.



L'historadiographie d'une coupe identique pratiquée sans que l'on ait fait agir l'acide osmique, montre des plages très fortement impressionnées par les rayons X aux endroits même où, sur les clichés de préparations imprégnés d'acide osmique, apparaissent des plages claires.

L'étude de l'imprégnation des tissus par les sels métalliques

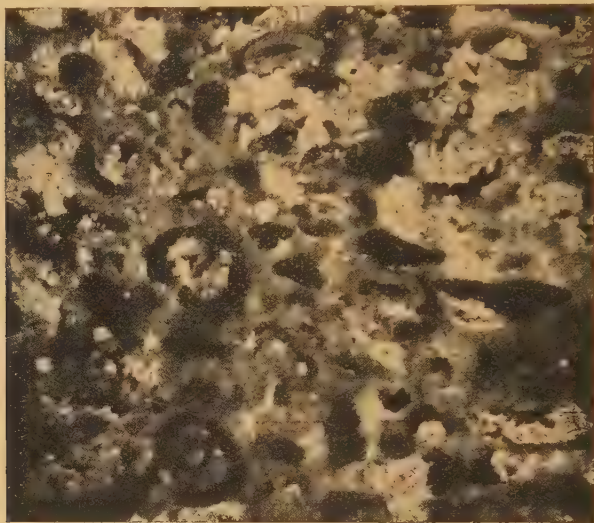


Fig. 21. — Rein de Cobaye après injection d'allochrysine. Historadiogramme (film négatif $\times 80$).

Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Ml., 1936.

et métalloïdiques lourds, ainsi que par les métaux et les métalloïdes lourds, offrent un grand intérêt à l'historadiographie par le fait même de la visibilité facile de ces corps très opaques.

C'est justement grâce à la quantité d'iode qu'il contient, qu'est due l'opacité aux rayons X mous de la substance colloïde du corps thyroïde : l'iode étant caractérisé par sa forte densité (fig. 20-5 et 6).

Des injections de sels métalliques tels que l'auro-thio-propyl-sulfonate de sodium en solution aqueuse (allochrysin),

ont montré que ces derniers peuvent se localiser au niveau du rein où ils provoquent des lésions épithéliales, dans les cellules des tubes contournés ainsi que dans les cylindres. On les retrouve d'ailleurs dans les divers segments du tube urinaire (fig. 21).

Le rein paraît imprégné dans toutes ses parties par le métal que l'on trouve dans les cellules plaquées contre les cellules épithéliales, cellules qui correspondent sans doute aux éléments satellites décrits par BERTRAND et GUILLAIN. Mais la localisation de l'or ne se borne pas là seulement. Il imprègne également les cellules périthéliales des capillaires, ainsi que les anses vasculaires des glomérules. Cependant, on ne le retrouve jamais dans la séreuse glomérulaire.

L'injection de bismuth pratiquée sous forme d'hydroxyde de bismuth provoque une localisation du métal dans la pulpe rouge, au niveau des éléments du système réticulo-endothélial des sinus et des cordons de Billroth. Les corpuscules de Malpighi n'en renferment pas (fig. 20-7, p. 60).

Les grains bismuthiques se présentent sous forme de granulations blanches dues à la densité du métal. Ces granulations contrastent fortement avec le reste de la préparation. Des coupes colorées à la brucine, montrent en rouge les grains de bismuth. Les granulations blanches de l'historadiographie et les rouges de la coupe après réaction de la brucine, sont absolument superposables.

L'arsenic, dont il peut être très intéressant d'étudier la présence dans l'organisme, est de poids atomique plus faible, aussi donne-t-il des résultats moins nets que l'or et le bismuth. Toutefois, les résultats obtenus par l'historadiographie peuvent être comparés à ceux que l'on obtient par la réaction au sulfate et à l'acétate de cuivre.

L'arsenic se retrouve au niveau de la rate, des ganglions, des cellules de Kupffer, des petites cellules nucléées de l'endothélium respiratoire, des tubes rénaux, des canaux excréto-sécréteurs des glandes salivaires. L'historadiographie ne permet pas de le retrouver au niveau des cheveux et des ongles, par suite de

l'opacité importante que présentent les phanères cutanés aux rayons X mous.

Le plus souvent, l'historadiographie permet de localiser les substances médicamenteuses ou toxiques à poids atomique élevé.

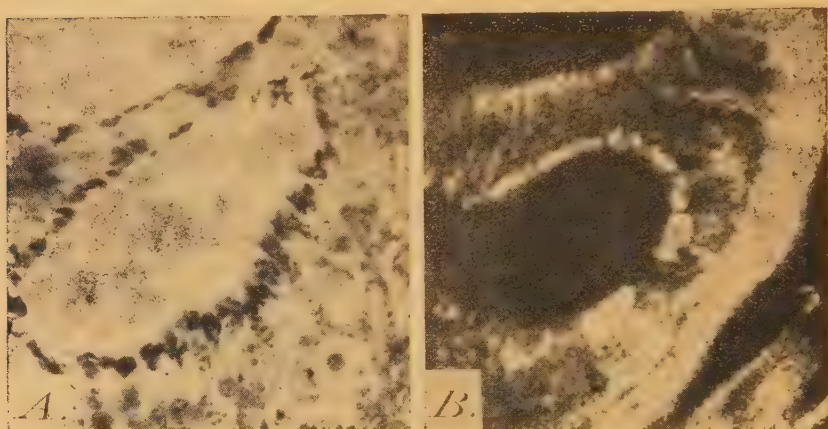


Fig. 22. — A, appareil de Golgi des cellules prostatiques de Cobaye par la technique argentique de Cajal (x 500). L'appareil de Golgi est dessiné en noir par l'argent réduit. — B, historadiographie des mêmes cellules imprégnées par le nitrate d'urane (x 500). L'appareil de Golgi, en blanc sur ce film négatif, est rendu totalement imperméable aux rayons X mous.

C. R. de l'Ass. des Anat., 1937.

Les localisations les plus fréquentes de ces substances paraissent être les émonctoires et le système réticulo-endothélial.

Il est un métal qui, par son poids atomique très élevé, l'uranium (poids atomique 238), est très intéressant du point de vue historadiographique. Ce métal possède en outre la propriété de se fixer électivement au niveau de l'appareil de Golgi, rendant ce dernier absolument imperméable aux rayons X mous (fig. 22). Après lavage, le métal non fixé disparaît, et l'historadiographie montre, dessiné en blanc, l'appareil de Golgi.

CONCLUSIONS

Une telle étude ne peut être qu'un aperçu incomplet des travaux déjà effectués en historadiographie. Mais cette méthode n'est pas intéressante seulement par ce qui a déjà été fait ; elle l'est aussi par le champ si vaste qu'elle ouvre aux expérimentateurs.

A côté de l'histologie, dans laquelle nous venons de faire une bien timide incursion, l'anatomie pathologique offre de nombreuses ressources.

La toxicologie par la recherche de substances toxiques, la physiologie, peut-être la bactériologie, tireront un grand avantage de l'application de cette technique.

Il n'est pas jusqu'à la chimie elle-même qui ne puisse en retirer des bénéfices. Dans l'état actuel des connaissances de la physique des rayons X, on peut prévoir qu'en utilisant des rayons mous identiques à ceux utilisés en historadiographie, il nous sera peut-être permis, grâce à une technique appropriée, d'arriver à faire des analyses pondérales.

De toute façon, il ne faudra pas demander à l'historadiographie de supplanter les méthodes déjà existantes : elle ne les supprime pas, mais elle les complète. Certaines recherches histologiques, très délicates par les méthodes de coloration, pourront être effectuées désormais beaucoup plus rapidement et avec beaucoup de facilité, grâce à la technique que vient de mettre au point mon maître, M. le professeur LAMARQUE, et aux premiers pas de laquelle j'ai eu l'honneur et la joie d'assister.

BIBLIOGRAPHIE

- DAUVILLIER (A.). — Réalisation de la microradiographie intégrale. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 2 juin 1930, t. 190, pp. 1287-1289, 1 fig.
- LAMARQUE (P.). — Historadiographie. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 10 février 1936, t. 202, pp. 684-685.
- Une nouvelle application des rayons X : L'historadiographie. *Société de radiologie du littoral méditerranéen*. Marseille, 8 mars 1936, t. 24, p. 515.
- L'historadiographie. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 11 mars 1936, t. 17, pp. 180-181.
- L'historadiographie. Nouvelle technique d'examen des coupes microscopiques. *Presse médicale*, 21 mars 1936, t. 44, pp. 478-484, 11 fig.
- LAMARQUE (P.) et TURCHINI (J.). — Premiers résultats généraux obtenus par la technique de l'historadiographie. Degré de perméabilité des constituants tissulaires aux rayons X mous de $\lambda = 2,5 \text{ \AA}$. *C. R. de la Soc. de biol.*, 16 mai 1936, t. 122, pp. 294-295.
- TURCHINI (J.). — Teneur en iode et opacité des historadiogrammes du corps thyroïde. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 22 mai 1936, t. 17, pp. 259-260.

- LAMARQUE (P.) et SIRC (R.). — De l'importance de la qualité du rayonnement dans l'historadiographie de la peau. *Société de Radiologie du littoral méditerranéen*, Béziers, 24 mai 1936, t. 24, pp. 597-598.
- LAMARQUE (P.). — La technique de l'historadiographie (Application de la radiographie). *Journal de radiologie*, juin 1936, t. 20, pp. 325-330.
- CASTAGNÉ. — Amélioration de la méthode historadiographique. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 19 juin 1936, t. 17, p. 324.
- LAMARQUE (P.), TURCHINI (J.) et CASTEL (P.). — De la localisation de certaines substances médicamenteuses ou toxiques (Bi et As) par la technique de l'historadiographie. *C. R. du 60^e Congrès de l'Ass. fr. pour l'av. des sc.*, Marseille, 16 juillet 1936, pp. 272-273.
- LAMARQUE (P.) et TURCHINI (J.). — L'historadiographie. Technique et premiers résultats. *IV^e Congr. int. Cytol. hafniae*, Copenhague, 11 août 1936 et *Arch. f. exper. Zellforsch.*, 1937, 19, p. 221.
- LAMARQUE (P.). — L'historadiographie. Technique. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXI^e Réunion, IV^e Congr. féd. intern. d'anat., Milan, 6 septembre 1936, pp. 197-206.
- TURCHINI (J.). — L'historadiographie. Principales applications histologiques. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXI^e Réunion, IV^e Congr. féd. intern. d'anat., Milan, 6 sept. 1936, pp. 314-322, 2 fig.
- LAMARQUE (P.) et TURCHINI (J.). — Historadiographie et historadiogrammes, démonstrations spéciales. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXI^e Réunion, IV^e Congr. féd. intern. d'anat., Milan, 6 septembre 1936, p. 341.
- L'historadiografia e le me principali applicazioni. *Monitore zoologico italiano*, 47, 7 septembre 1936, p. 290.

- LAMARQUE (P.). — L'historadiographie dans le cancer. Communication au 3^e Congrès international de lutte scientifique contre le cancer, Bruxelles, 26 septembre 1936.
- L'historadiografia. Un nou mètode d'examen de les cellules i dels teixits pels Raigs X. *La Medicina catalana*, août-septembre 1936, pp. 127-134.
- Radiosensibilité cellulaire et historadiographie. 3^e Congrès annuel des médecins électroradiologistes de langue française, 9 octobre 1936.
- Historadigraphy. *Radiology*. St-Louis (U.S.A.), novembre 1936, t. 27, pp. 563-568.
- Nouvelle application de l'historadiographie par l'utilisation de l'absorption caractéristique. Procédé d'analyse qualitative. *Société de radiologie du littoral méditerranéen*, Marseille, 22 novembre 1936.
- LAMARQUE (P.), TURCHINI (J.) et CASTEL (P.). — Historadiographie et localisations médicamenteuses : détection des sels d'or. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 27 novembre 1936, t. 18, pp. 27-29, 1 fig.
- CASTEL (P.), LAMARQUE (P.) et TURCHINI (J.). — Historadiographie et localisation histologique de substances médicamenteuses ou toxiques à poids atomique élevé. *C. R. de la Soc. de biol.*, 12 décembre 1936, t. 123, pp. 1051-52.
- TURCHINI (J.). — Historadiographie et fixations histologiques. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 18 décembre 1936, t. 18. pp. 113-115
- LAMARQUE (P.). — L'historadiographie. Principe. Technique. *Bull. d'Histol. appl.*, janvier 1937, t. 14, pp. 5-16, 6 fig.
- TURCHINI (J.). — L'historadiographie. Applications. *Bull. d'Histol. appl.*, janvier 1937, t. 14, pp. 17-28, 7 fig.
- LAMARQUE (P.). — Une nouvelle méthode d'utilisation des rayons X : L'historadiographie. *Montpellier médical*, février 1937, 3^e série, t. 11, pp. 47-68, 16 fig.

TURCHINI (J.). — De quelques applications de l'historadiographie intéressant plus spécialement les sciences médicales.

Montpellier médical, février 1937, 3^e série, t. II, pp. 69-76, 3 pl.

— Contribution à l'étude des imprégnations métalliques par la technique de l'historadiographie. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXII^e réunion, Marseille, 21 mars 1937, pp. 429-431, 2 fig.

LAMARQUE (P.). — Application des rayons X à l'étude des objets microscopiques. Historadiographie et radiomicrophotographie. *Th. Sc. phys. Montpellier*, 29 octobre 1937, n^o 61, 78 p., 26 fig., 4, pl.

TURCHINI (J.). — Historadiographie et structure des noyaux à réticulum chromatique et des noyaux à prochromosomes des cellules végétales. *Arch. de la Soc. des Sc. méd. et biol. de Montpellier et du Languedoc méditerranéen*, 10 décembre 1937, 19, pp. 53-56, 1 fig.

— Nouvelles observations historadiographiques. Opacité aux rayons X mous et densité des constituants tissulaires. *C. R. de l'Ass. des Anat.*, XXXIII^e Réunion, Bâle, 12 avril 1938, 4 fig.

En ma qualité de Censeur de
tour, j'ai lu la Thèse ayant pour
titre :

L'historadiographie, Nouvelle méthode d'investigation histologique,

par M. Robert SIRC.

Je pense que la Faculté peut en
permettre l'impression.

Montpellier, le 10 juin 1938.

Le Professeur,
LAMARQUE.

Vu :

Montpellier, le 13 Juin 1938.

Le Doyen,
EUZIÈRES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Montpellier, le 14 Juin 1938.

Le Recteur :

PARISELLE

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos	9
--------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIQUE DE L'HISTORADIOGRAPHIE

Introduction	13
Chapitre I ^{er} . — La réalisation de l'appareillage radiologique ...	17
Chapitre II. — L'alimentation du tube	27
Chapitre III. — L'émulsion photographique	31
Chapitre IV. — La technique	37

DEUXIÈME PARTIE

INTERPRÉTATION HISTOLOGIQUE

Chapitre I ^{er} . — Généralités	43
Chapitre II. — La cellule	47
Chapitre III. — Les tissus	53
Chapitre IV. — La localisation des substances lourdes	59
Conclusions	65
Bibliographie	67

SÉRMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je reste fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !



